



(12) DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:  
11.02.2004 Bulletin 2004/07

(51) Int Cl.7: G06K 19/07

(21) Numéro de dépôt: 02078301.5

(22) Date de dépôt: 08.08.2002

(84) Etats contractants désignés:  
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
IE IT LI LU MC NL PT SE SK TR  
Etats d'extension désignés:  
AL LT LV MK RO SI

• Albin, Pevec  
9220 Lendava (SI)

(74) Mandataire: Surmely, Gérard et al  
I C B  
Ingénieurs Conseils en Brevets SA,  
Rue des Sors 7  
2074 Marin (CH)

(71) Demandeur: EM Microelectronic-Marin SA  
2074 Marin (CH)

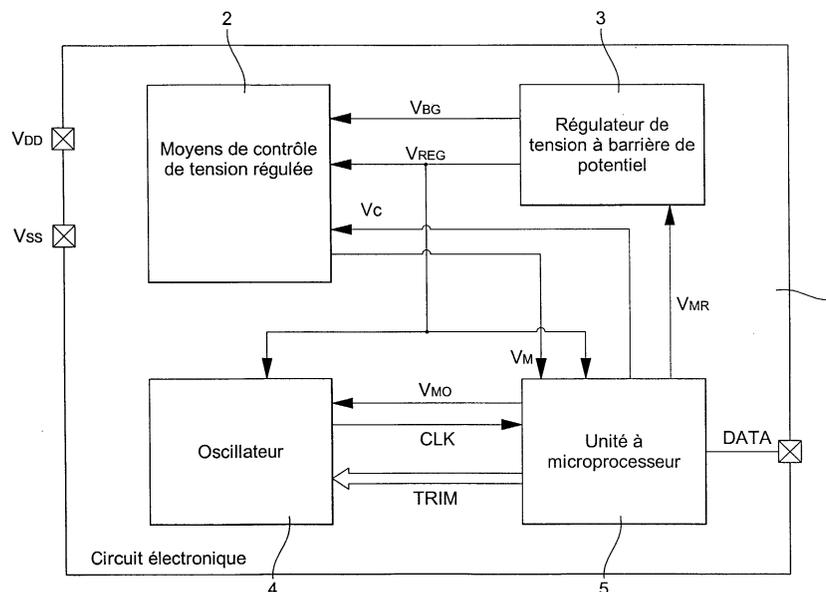
(72) Inventeurs:  
• Hugues, Blangy  
2000 Neuchâtel (CH)

(54) Circuit électronique disposant de moyens de contrôle d'une tension

(57) Le circuit électronique (1), notamment pour une carte à puce, comprend une unité à microprocesseur (5), un oscillateur (4) relié à l'unité à microprocesseur pour fournir des signaux d'horloge (CLK) afin de cadencer des opérations traitées dans l'unité à microprocesseur, un régulateur de tension (3) pour fournir une tension régulée ( $V_{REG}$ ) notamment à l'oscillateur, et des moyens de contrôle (2) du niveau de la tension régulée ou du niveau de la tension d'alimentation du circuit élec-

tronique. Le régulateur de tension (3) est configuré dans un premier mode de fonctionnement, quand le niveau de la tension régulée ( $V_{REG}$ ) est au-dessus d'un seuil de tension déterminé. Le régulateur est configuré dans un second mode de fonctionnement, quand le niveau de la tension régulée dans le premier mode de fonctionnement est égal ou au-dessous du seuil de tension. Le niveau de la tension régulée dans le second mode de fonctionnement est inférieur au niveau de la tension régulée dans le premier mode de fonctionnement.

Fig. 1b



## Description

**[0001]** L'invention concerne un circuit électronique disposant de moyens de contrôle d'une tension. Le circuit électronique comprend une unité à microprocesseur, un oscillateur relié à l'unité à microprocesseur pour fournir des signaux d'horloge afin de cadencer des opérations traitées dans l'unité à microprocesseur, un régulateur de tension pour produire une tension régulée et des moyens de contrôle du niveau de la tension régulée ou de la tension d'alimentation du circuit électronique. Tous les éléments électroniques du circuit électronique peuvent être intégrés dans une même structure semi-conductrice.

**[0002]** De préférence, le circuit électronique de la présente invention est utilisé dans des cartes à puce, tels que des cartes bancaires. Lorsque la carte bancaire est introduite dans un appareil de lecture, tel qu'un appareil de distribution d'argent, des plages de contact électrique, reliées au circuit électronique de la carte bancaire, sont connectées à des contacteurs de l'appareil de lecture. Le circuit électronique de la carte est alimenté par une source d'alimentation électrique de l'appareil de lecture afin de pouvoir communiquer des données personnelles avec l'appareil de lecture. Cependant, le niveau de tension de la source d'alimentation peut être différent dans divers appareils de lecture.

**[0003]** Un objet de la présente invention concerne donc un circuit électronique susceptible d'adapter certaines parties électroniques du circuit électronique en fonction du niveau détecté de la tension régulée ou du niveau d'une tension d'alimentation provenant notamment d'un appareil de lecture de carte à puce.

**[0004]** A cet effet, l'objet de l'invention concerne un circuit électronique cité ci-devant, qui se caractérise en ce que le régulateur de tension est configuré dans un premier mode de fonctionnement, quand le niveau de la tension d'alimentation, qui est contrôlé par les moyens de contrôle, est au-dessus d'un seuil de tension déterminé, ou dans un second mode de fonctionnement, quand le niveau de la tension d'alimentation est égal ou au-dessous du seuil de tension, le niveau de la tension régulée fournie par le régulateur dans le second mode de fonctionnement étant inférieur au niveau de la tension régulée dans le premier mode de fonctionnement.

**[0005]** A cet effet, l'objet de l'invention concerne également un circuit électronique cité ci-devant, qui se caractérise en ce que le régulateur de tension est configuré dans un premier mode de fonctionnement, quand le niveau de la tension régulée, qui est contrôlé par les moyens de contrôle, est au-dessus d'un seuil de tension déterminé, ou dans un second mode de fonctionnement, quand le niveau de la tension régulée dans le premier mode de fonctionnement est égal ou au-dessous du seuil de tension, le niveau de la tension régulée dans le second mode de fonctionnement étant inférieur au niveau de la tension régulée dans le premier mode de

fonctionnement.

**[0006]** Un avantage du circuit électronique, selon l'invention, est que le régulateur est configuré automatiquement en fonction du niveau de la tension d'alimentation ou du niveau de la tension régulée par rapport à un seuil de tension déterminé. Si le niveau de la tension d'alimentation ou le niveau de la tension régulée est en dessous du seuil de tension déterminé, le régulateur produit une première tension régulée dans un premier mode de fonctionnement. Par contre, si le niveau de la tension d'alimentation ou le niveau de la tension régulée est en dessous du seuil de tension, alors le régulateur produit une seconde tension régulée dans un second mode de fonctionnement. Le niveau de la première tension régulée est plus élevé que le niveau de la seconde tension régulée.

**[0007]** Bien entendu, le passage de la première tension régulée à la seconde tension régulée est par exemple nécessaire quand le niveau de la tension d'alimentation est égal ou inférieur à la première tension régulée. Cependant, le circuit électronique va essayer à chaque mise sous tension d'avoir un régulateur de tension fournissant une première tension régulée, qui peut être égale à 2,5 V. Si le régulateur de tension n'est pas en mesure de réguler la tension à cette première valeur de tension régulée, la seconde tension régulée est fournie par le régulateur de tension. Cette seconde tension régulée peut être égale à 1,6 V.

**[0008]** Un autre avantage du circuit électronique, selon l'invention, est que le régulateur et l'oscillateur sont configurés dans un premier mode de fonctionnement ou dans un second mode de fonctionnement selon le niveau de la tension régulée. Ceci permet par exemple d'empêcher une personne mal intentionnée de venir forcer la tension régulée à un certain niveau par des pointes de test pour découvrir certaines données confidentielles.

**[0009]** De préférence, l'oscillateur est de type RC de manière à pouvoir être intégré dans une même structure semi-conductrice avec les autres éléments électroniques du circuit électronique, selon l'invention. L'oscillateur peut produire des signaux d'horloge avec une première fréquence, quand la tension d'alimentation est au-dessus d'un seuil de tension déterminé, ou avec une seconde fréquence, quand la tension d'alimentation est au-dessous du seuil de tension. La première fréquence peut être définie supérieure à la seconde fréquence. Avantageusement, la première fréquence est le double de la seconde fréquence.

**[0010]** Avantageusement, l'oscillateur de type RC comprend soit un bloc de résistances configurables par l'unité à microprocesseur, soit un bloc de condensateurs configurables. De cette façon indépendamment du changement du niveau de la tension régulée fournie par le régulateur, la fréquence des signaux d'horloge produits par l'oscillateur peut être modifiée. Pour configurer le bloc de résistances ou le bloc de condensateurs, l'unité à microprocesseur fournit un mot binaire audit bloc

pour déterminer la valeur résistive ou capacitive du bloc configuré. Le changement de fréquence des signaux d'horloge peut être souhaité pour empêcher une analyse de chiffrement lorsque des données confidentielles sont traitées dans l'unité à microprocesseur.

**[0011]** Les buts, avantages et caractéristiques du circuit électronique apparaîtront mieux dans la description suivante de formes d'exécution illustrées par les dessins sur lesquels :

- les figures 1a et 1b représentent schématiquement deux variantes de réalisation du circuit électronique selon l'invention,
- la figure 2 représente des moyens de contrôle de tension d'alimentation pour le circuit électronique selon l'invention,
- la figure 3 représente un régulateur de tension à barrière de potentiel pour le circuit électronique selon l'invention
- la figure 4 représente un oscillateur configurable pour le circuit électronique selon l'invention, et
- la figure 5 représente un organigramme d'étapes d'un procédé de mise en action du circuit électronique pour l'adaptation de la tension régulée en fonction du niveau de la tension d'alimentation selon l'invention.

**[0012]** On va décrire ci-après un mode préféré de réalisation du circuit électronique destiné à être monté par exemple sur une carte à puce, telle qu'une carte bancaire. Bien entendu, les composants du circuit électronique, qui sont bien connus de l'homme du métier dans ce domaine technique ne seront pas décrits en détail.

**[0013]** Le circuit électronique est représenté schématiquement selon deux variantes de réalisation aux figures 1a et 1b. Le circuit électronique 1 comprend notamment une unité à microprocesseur 5 et un oscillateur 4 relié à l'unité à microprocesseur pour fournir des signaux d'horloge CLK afin de cadencer des opérations traitées dans l'unité à microprocesseur. Le circuit électronique 1 comprend encore un régulateur de tension 3 pour fournir une tension régulée  $V_{REG}$  à l'oscillateur 4 et à l'unité à microprocesseur 5 et des moyens de contrôle 2 du niveau de la tension d'alimentation du circuit électronique (figure 1a) ou de la tension régulée (figure 1b).

**[0014]** L'unité à microprocesseur 3 comprend également au moins une mémoire non représentée dans laquelle des données confidentielles sont mémorisées. Ces données mémorisées sont par exemple un algorithme de chiffrement et des clés de chiffrement. Comme le circuit électronique 1 peut être monté sur une carte bancaire, des données DATA sont échangées entre la carte insérée dans un appareil de lecture et l'appareil de lecture. Cet échange de données est géré par l'unité à microprocesseur 5 du côté du circuit électronique 1 après des étapes de vérification d'identité.

**[0015]** Le circuit électronique 1 est alimenté par une

source de tension d'alimentation de l'appareil de lecture. Comme le niveau de la tension d'alimentation de ladite source de tension n'est pas le même d'un appareil à l'autre, le circuit électronique 1 comprend des moyens de contrôle 2 du niveau de la tension d'alimentation ou de la tension régulée. Dans la première variante de réalisation montrée à la figure 1a, ces moyens de contrôle 2 sont reliés aux bornes  $V_{DD}$  et  $V_{SS}$  du circuit électronique pour la connexion à la source de tension d'alimentation. Dans la seconde variante de réalisation montrée à la figure 1b, ces moyens de contrôle 2 sont reliés aux bornes  $V_{REG}$  et  $V_{SS}$ .

**[0016]** En fonctionnement, un contrôle du niveau de la tension d'alimentation est réalisé par les moyens de contrôle 2 afin de fournir un signal de commande  $V_{MR}$  au régulateur de tension 3 dans la variante représentée à la figure 1a. Si le niveau de cette tension d'alimentation est au-dessus d'un seuil de tension, qui peut être fixé par exemple à 2,5 V, alors le signal de commande  $V_{MR}$  place le régulateur de tension dans un premier mode de fonctionnement pour la fourniture d'une première tension régulée. Cette première tension régulée peut être fixée à 2,5 V. Par contre si le niveau de la tension d'alimentation est égal ou inférieur au seuil de tension, alors le signal de commande  $V_{MR}$  place le régulateur de tension dans un second mode de fonctionnement pour la fourniture d'une seconde tension régulée. Cette seconde tension régulée peut être fixée à 1,6 V.

**[0017]** A la figure 1a, l'unité à microprocesseur 5 commande le fonctionnement des moyens de contrôle de tension d'alimentation par un signal d'enclenchement ou de déclenchement  $V_c$ . Ces moyens de contrôle 2 peuvent donc être fonctionnels dès la mise sous tension du circuit électronique 1 ou après les phases d'initialisation du circuit électronique. Toutefois, il n'est pas nécessaire que ces moyens de contrôle 2 du niveau de la tension d'alimentation soient tout le temps opérationnels quand le circuit électronique est alimenté. Une fois que le niveau de la source de tension a été contrôlé supérieur au seuil de tension, ces moyens de contrôle peuvent être déconnectés.

**[0018]** Un signal de commande  $V_{MO}$  des moyens de contrôle 2 est également fourni à l'oscillateur dans la variante représentée à la figure 1a. Ce signal de commande  $V_{MO}$ , qui peut être le même que le signal de commande  $V_{MR}$  transmis au régulateur de tension 3, permet de placer l'oscillateur dans un premier mode de fonctionnement ou dans un second mode de fonctionnement. Ce signal de commande  $V_{MO}$  est par exemple à l'état haut, c'est-à-dire proche de la valeur de la tension régulée  $V_{REG}$  dans le premier mode, et à l'état bas proche de  $V_{SS}$  à 0 V dans le second mode.

**[0019]** Dans le premier mode de fonctionnement quand le niveau de tension d'alimentation est supérieur au seuil de tension, l'oscillateur 4 produit des signaux d'horloge CLK à une première fréquence. Dans le second mode de fonctionnement quand le niveau de tension d'alimentation est inférieur au seuil de tension, l'os-

cillateur produit des signaux d'horloge à une seconde fréquence. De préférence, la première fréquence peut être fixée à 30 MHz, alors que la seconde fréquence peut être fixée à 15 MHz. Ce passage d'une première fréquence élevée à une seconde fréquence moins élevée peut permettre de réduire la consommation du circuit électronique dans le cas où la source d'alimentation est un accumulateur ou une pile.

**[0020]** Il est à noter que l'oscillateur 4 produit des signaux d'horloge CLK dont la fréquence ne dépend pas en principe du niveau de la tension régulée fournie par le régulateur 3. Cependant en fonction du niveau de tension d'alimentation contrôlé, l'oscillateur est alimenté soit par une première tension régulée à 2,5 V, soit par une seconde tension régulée à 1,6 V.

**[0021]** Comme l'oscillateur est de préférence un oscillateur du type RC, la fréquence des signaux d'horloge CLK peut également être modifiée par un mot binaire TRIM fourni par l'unité à microprocesseur 5. Ce mot binaire permet de configurer un bloc de résistances ou un bloc de condensateurs de l'oscillateur définissant la fréquence desdits signaux d'horloge. L'oscillateur de type RC est expliqué ci-après en référence à la figure 4.

**[0022]** Dans la seconde variante de réalisation du circuit électronique présentée à la figure 1b, c'est le niveau de la tension régulée qui est contrôlé par les moyens de contrôle 2. Ceci permet de surveiller le niveau de la tension régulée en fonction du niveau de la tension d'alimentation ou également dans le cas où cette tension régulée est forcée à un certain niveau par une personne mal intentionnée.

**[0023]** Normalement à la mise sous tension du circuit électronique, le régulateur de tension va essayer dans un premier mode de fonctionnement de fournir une tension régulée à une valeur par exemple de 2,5 V. Cependant le niveau de la tension régulée dans ce premier mode de fonctionnement du régulateur peut descendre jusqu'à un seuil de tension déterminé, si la tension d'alimentation n'est plus suffisante. Par exemple, il peut être prévu que cette tension régulée descende jusqu'à une valeur de 2,2 V avant que le régulateur de tension passe automatiquement du premier mode de fonctionnement à un second mode de fonctionnement. Dans ce second mode de fonctionnement, le régulateur peut fournir une tension régulée par exemple égale à 1,6 V. Pour ce faire, les moyens de contrôle 2 du niveau de la tension régulée fournissent un signal de commande  $V_M$  à l'unité à microprocesseur 5. Ce signal de commande  $V_M$  est dépendant du niveau de la tension régulée comparativement au seuil de tension déterminé. En fonction d'une programmation effectuée dans l'unité à microprocesseur, des signaux de commande  $V_{MR}$  et  $V_{MO}$  peuvent être fournis au régulateur 3 et à l'oscillateur 4. Toutefois, l'unité à microprocesseur 5 peut décider de ne fournir que le signal de commande  $V_{MR}$  au régulateur de tension après un laps déterminé après la mise sous tension du circuit électronique.

**[0024]** Une forme d'exécution des moyens de contrô-

le du niveau de la tension d'alimentation est montrée à la figure 2 notamment pour la première variante de réalisation présentée à la figure 1a. Ces moyens de contrôle comprennent notamment un diviseur résistif R1 et R2 branché entre les bornes  $V_{DD}$  et  $V_{SS}$ , et un comparateur 10 alimenté par la tension régulée  $V_{REG}$ . La borne négative du comparateur 10 reçoit une tension de référence  $V_{BG}$  provenant du régulateur de tension, alors que la borne positive du comparateur 10 est branchée à la connexion des résistances R1 et R2 du diviseur résistif. La tension de référence  $V_{BG}$  est une référence de tension à barrière de potentiel, qui est proche de 1,2 V. De ce fait, la valeur des résistances doit être choisie de manière que le signal de commande  $V_{MR}$  ou  $V_{MO}$  en sortie du comparateur soit à l'état haut quand la tension d'alimentation est par exemple supérieure à la tension seuil de 2,5 V, ou à l'état bas quand la tension d'alimentation est inférieure ou égale à cette tension seuil de 2,5 V. Bien sûr, un autre seuil de tension peut être défini par des valeurs de résistances différentes.

**[0025]** Les moyens de contrôle comprennent encore un interrupteur 11 placé entre la borne  $V_{SS}$  et la borne négative de la résistance R2, qui est reliée à la borne d'alimentation négative du comparateur 10. Cet interrupteur 11 est commandé par un signal d'enclenchement ou de déclenchement  $V_C$  fourni par l'unité à microprocesseur pour connecter ou déconnecter les moyens de contrôle lorsque la tension d'alimentation est notamment supérieure à 2,5 V.

**[0026]** Pour la seconde variante de réalisation présentée à la figure 1b, une même forme d'exécution des moyens de contrôle montrée à la figure 2 peut être utilisée. Cependant, le diviseur résistif des moyens de contrôle doit être branché entre les bornes  $V_{REG}$  et  $V_{SS}$ . Dans ce cas, la tension  $V_{BG}$  reste fixe alors que le niveau de la tension régulée dans le premier mode de fonctionnement peut décroître, comme la tension d'alimentation par exemple, jusqu'à un seuil de tension déterminé. Ce seuil de tension peut être inférieur par exemple à 2,5 V. Dès que le seuil de tension déterminé est atteint par la tension régulée, le signal de commande  $V_M$  des moyens de contrôle change d'état afin de placer le régulateur de tension dans son second mode de fonctionnement.

**[0027]** La figure 3 montre une forme d'exécution du régulateur de tension à barrière de potentiel. Le régulateur de tension comprend notamment un bloc 15 de référence de tension à barrière de potentiel branché aux bornes  $V_{DD}$  et  $V_{SS}$  de la source d'alimentation. Ce bloc 15 produit une tension de référence  $V_{BG}$  dont la valeur est proche de 1,2 V (potentiel de la bande interdite). Ce bloc 15 ne sera pas expliqué en détail, car il fait partie des connaissances générales d'un homme du métier dans ce domaine technique.

**[0028]** Le régulateur comprend un amplificateur opérationnel 20 branché aux bornes  $V_{DD}$  et  $V_{SS}$  et trois résistances R11, R12 et R13 qui sont connectées en série entre la sortie de l'amplificateur 20 et la masse  $V_{SS}$ . La

borne positive de l'amplificateur est connectée à la sortie du bloc 15 pour recevoir la tension de référence  $V_{BG}$ , alors que la borne négative de l'amplificateur 20 est connectée entre les résistances R12 et R13. Par ce branchement de l'amplificateur et des résistances, le niveau de tension en sortie de cet amplificateur définit le niveau de la tension régulée du régulateur. Avec les trois résistances R11, R12 et R13 branchées en sortie de l'amplificateur, le niveau de la tension régulée est par exemple fixé à 2,5 V.

**[0029]** Pour obtenir une tension régulée à un niveau inférieur, par exemple à 1,6 V, il est nécessaire de court-circuiter une des résistances R11 ou R12. Pour ce faire, le drain et la source d'un transistor PMOS Pm sont branchés par exemple aux bornes de la résistance R11. La grille de ce transistor reçoit le signal de commande  $V_{MR}$  fourni directement par les moyens de contrôle du niveau de la tension d'alimentation ou par l'unité à microprocesseur. Lorsque le signal de commande  $V_{MR}$  est à l'état bas pour une tension d'alimentation inférieure ou égale à 2,5 V, le transistor Pm est conducteur et court-circuite la résistance R11. Par contre, lorsque le signal de commande  $V_{MR}$  est à l'état haut pour une tension d'alimentation supérieure à 2,5 V, le transistor Pm n'est pas conducteur.

**[0030]** Comme les trois résistances ont un coefficient thermique identique, la température n'a aucune influence sur le niveau de la tension régulée. De plus, un condensateur C1 peut être branché entre la borne négative de l'amplificateur 20 et sa sortie pour servir de filtre avec les résistances R11, R12 et R13 lors de la commutation de tension en sortie de l'amplificateur.

**[0031]** Pour la fourniture de la tension régulée  $V_{REG}$ , le régulateur comprend également un suiveur de tension 30. Un filtre passe-bas, qui est constitué par la résistance R15 et le condensateur C2, est branché entre la sortie de l'amplificateur 20 et la borne positive de l'amplificateur opérationnel 30 monté en suiveur de tension. Finalement, un condensateur C3 est branché entre la sortie de l'amplificateur 30 et la masse  $V_{SS}$ .

**[0032]** A la figure 4, un oscillateur de type RC pour le circuit électronique est représenté. Cet oscillateur comprend principalement un bloc de résistances configurables Rosc, au moins un condensateur Cosc, et un circuit à déclenchement bistable ST (Schmitt Trigger circuit en terminologie anglaise). Le circuit à déclenchement bistable convertit les signaux triangulaires de charge et de décharge du condensateur Cosc en des signaux à impulsions rectangulaires pour fournir des signaux d'horloge CLK.

**[0033]** Le bloc de résistances Rosc est placé en série entre un premier miroir de courant P1, P2 connecté à la borne positive  $V_{REG}$  du régulateur, et un second miroir de courant N1, N2 connecté à une borne négative  $V_{SS}$ . Le bloc de résistances, dans la branche de référence des miroirs de courant, permet de générer une première source de courant de charge du condensateur par le premier miroir de courant, et une seconde source de

courant de décharge du condensateur par le second miroir de courant. Les sources de courant sont enclenchées alternativement par des éléments de commutation N3 et P3 qui seront expliqués ci-après. La valeur du courant de charge est égale à la valeur du courant de décharge.

**[0034]** Pour définir la valeur des courants de charge et de décharge du condensateur, le bloc de résistances est configuré par un mot binaire TRIM qui a été placé dans un registre non représenté sur la figure 4. Ce mot binaire peut être introduit par exemple par une unité à microprocesseur du circuit électronique.

**[0035]** Dans le domaine technique des cartes bancaires, il peut être souhaité que la fréquence des signaux d'horloge produits par l'oscillateur varie de façon aléatoire pour protéger certaines parties à caractère confidentiel. Pour ce faire, le mot binaire peut être déterminé de façon aléatoire. Un générateur de nombres aléatoires non illustré peut fournir des nombres aléatoires sur demande de l'unité à microprocesseur afin de fournir le mot binaire TRIM à l'oscillateur.

**[0036]** Le bloc de résistances est arrangé pour placer un certain nombre de résistances sélectionnables en parallèle et/ou en série grâce à des éléments de commutation tels que des transistors NMOS ou PMOS non représentés. La grille de chaque transistor peut être commandée par une tension en fonction du mot binaire TRIM reçu depuis le registre de manière à rendre le transistor correspondant conducteur ou non conducteur, et à brancher des résistances en parallèle et/ou en série. Ce bloc ne sera cependant pas décrit de manière plus détaillée, car il fait partie des connaissances générales d'un homme du métier dans ce domaine technique. La valeur de résistances choisie par le mot binaire TRIM détermine avec un condensateur Cosc en partie la fréquence des signaux d'horloge CLK produits par l'oscillateur.

**[0037]** Bien entendu, il peut être imaginé aussi que le condensateur Cosc est remplacé par un bloc de condensateurs configurable par le mot binaire TRIM pour modifier la fréquence des signaux d'horloge CLK.

**[0038]** En fonctionnement normal, l'oscillateur peut être configuré par des mots binaires TRIM de manière à produire des signaux d'horloge, tels que des signaux d'horloge, dont la fréquence se situe dans une gamme de fréquence pouvant aller de 13 à 30 MHz.

**[0039]** En fonctionnement normal, le premier miroir de courant comprend des premier et second transistors PMOS P1 et PMOS P2. Dans la branche de référence, la grille Bp et le drain du premier transistor P1 sont connectés à une borne positive du bloc de résistances Rosc, et la source du transistor P1 est reliée à la borne  $V_{REG}$ . La grille du second transistor P2 est reliée à la grille Bp du premier transistor P1, et la source du second transistor P2 est reliée à la borne  $V_{REG}$ . Le drain du second transistor est relié à la source d'un troisième transistor PMOS P3 qui est utilisé comme un élément de commutation pour enclencher ou bloquer la source de

courant de charge.

**[0040]** En fonctionnement normal, le second miroir de courant comprend des premier et second transistors NMOS N1 et NMOS N2. Dans la branche de référence, la grille Bn et le drain du premier transistor N1 sont connectés à une borne négative du bloc de résistances Rosc, et la source du premier transistor N1 est reliée à la borne  $V_{SS}$ . La grille du second transistor N2 est reliée à la grille Bn du premier transistor N1, et la source du second transistor N2 est reliée à la borne  $V_{SS}$ . Le drain du second transistor N2 est relié à la source d'un troisième transistor NMOS N3 qui est utilisé comme un élément de commutation pour enclencher ou bloquer la source de courant de décharge.

**[0041]** Les troisièmes transistors P3 et N3 ont chacun leur drain connecté à une borne positive du condensateur Cosc, dont la borne négative est reliée à  $V_{SS}$ . Les grilles des deux troisièmes transistors P3 et N3 sont reliées ensemble. Si le potentiel des grilles P3 et N3, reliées à la sortie des signaux d'horloge CLK, est proche de  $V_{DD}$ , le transistor P3 est bloqué, alors que le transistor N3 devient conducteur pour laisser passer le courant dupliqué du second miroir de courant. Le condensateur Cosc se décharge donc grâce au courant dupliqué dans le second miroir de courant dépendant du bloc de résistances configuré Rosc. Si le potentiel des grilles des transistors P3 et N3, reliées à la sortie des signaux d'horloge CLK, est proche de  $V_{SS}$ , le transistor N3 est bloqué, alors que le transistor P3 devient conducteur pour laisser passer le courant dupliqué par le premier miroir de courant. Le condensateur Cosc se charge donc grâce au courant dupliqué dans le premier miroir de courant dépendant du bloc de résistances configuré Rosc.

**[0042]** Les signaux triangulaires de charge et de décharge du condensateur Cosc sont convertis en des signaux à impulsions rectangulaires par le circuit à déclenchement bistable ST. L'entrée IN de ce circuit ST est connectée à la borne positive du condensateur Cosc, ainsi qu'aux drains des transistors P3 et N3, alors que la sortie OUT de ce circuit ST est connectée à deux inverseurs en série INV1 et INV2. Les signaux d'horloge CLK à impulsions de forme sensiblement rectangulaire sont fournis, par exemple, à la sortie du deuxième inverseur INV2. Il est à noter qu'un certain retard de transition des signaux entre la sortie OUT et la sortie CLK est réalisée grâce aux deux inverseurs INV1 et INV2.

**[0043]** La sortie OUT du circuit à déclenchement bistable ST est à l'état haut lors de la décharge du condensateur Cosc. Dans ce cas, le transistor N3 est conducteur, tandis que le transistor P3 est bloqué. Ainsi, le courant dupliqué par le second miroir de courant dans le second transistor N2 décharge le condensateur Cosc. Cette décharge de Cosc se fait jusqu'à ce que le potentiel dudit condensateur Cosc atteigne un premier niveau de seuil bas détecté par le circuit ST sur l'entrée IN. Dès que le potentiel du condensateur Cosc atteint le premier niveau de seuil, la sortie OUT du circuit ST passe à l'état

bas. Dès cet instant, la transition des signaux à la sortie OUT du circuit ST impose une transition des signaux d'horloge CLK de l'état haut à l'état bas.

**[0044]** Le passage des signaux d'horloge CLK de l'état haut à l'état bas va permettre de bloquer le transistor N3 et d'ouvrir le transistor P3. Cela permet de charger le condensateur Cosc à l'aide du courant dupliqué dans le premier miroir de courant dans le transistor P2. Le condensateur Cosc va donc se charger jusqu'à ce que le potentiel dudit condensateur Cosc atteigne un second niveau de seuil haut détecté par le circuit ST sur l'entrée IN. Dès que le potentiel du condensateur Cosc a atteint le second niveau de seuil, la sortie OUT du circuit ST passe à l'état haut. Dès cet instant, la transition des signaux à la sortie OUT du circuit ST impose une transition des signaux d'horloge CLK de l'état bas à l'état haut.

**[0045]** Comme indiqué ci-dessus, l'oscillateur peut fonctionner également dans un second mode lorsque la tension d'alimentation est en dessous d'une tension seuil déterminée comme expliqué en référence à la figure 2. Dans ce cas, un transistor complémentaire PMOS P10 doit être connecté en parallèle avec le premier transistor P1 du premier miroir de courant, et un transistor complémentaire NMOS N10 doit être connecté en parallèle avec le premier transistor N1 du second miroir de courant.

**[0046]** Pour pouvoir connecter le transistor P10 en parallèle avec le transistor P1, un transistor PMOS P11 d'un bloc de connexion, connecté entre la grille et le drain du transistor P10, doit être conducteur. De même pour pouvoir connecter le transistor N10 en parallèle avec le transistor N1, un transistor NMOS N11 du bloc de connexion, connecté entre la grille et le drain du transistor N10, doit être également conducteur. Pour ce faire, un signal de commande  $V_{MO}$  doit passer d'un état haut proche de  $V_{REG}$  à un état bas proche de  $V_{SS}$ . Ainsi, le potentiel de grille du transistor N11 est proche de  $V_{REG}$  et le potentiel de grille du transistor P11 est proche de  $V_{SS}$  grâce à un troisième inverseur INV3 du bloc de connexion, connecté entre la borne de fourniture du signal de commande  $V_{MO}$  et la grille du transistor N11. Les deux transistors P11 et N11 sont conducteurs quand le signal de commande  $V_{MO}$  est à l'état bas.

**[0047]** Le rapport de la largeur sur la longueur du canal des transistors N10 et respectivement P10 peut être égal au rapport de la largeur sur la longueur du canal des transistors N1 et respectivement P1. Ainsi lors de la connexion des transistors N10 et P10 avec les transistors N1 et P1, la fréquence des signaux d'horloge CLK vaut la moitié de la fréquence des signaux d'horloge CLK quand les transistors N10 et P10 ne sont pas connectés. A la première valeur de tension régulée, la fréquence des signaux d'horloge peut être fixée à 30 MHz, alors qu'à la seconde valeur de tension régulée, la fréquence des signaux d'horloge CLK peut être fixée à 15 MHz.

**[0048]** Les étapes du procédé de mise en action du

circuit électronique pour le contrôle du niveau de la tension d'alimentation sont expliquées ci-après en référence à la figure 5.

**[0049]** A l'étape 50, le circuit électronique de la carte à puce est alimenté par une source d'alimentation de valeur non spécifiée. Le régulateur de tension à barrière de potentiel va essayer après les phases d'initialisation du circuit électronique de fournir une valeur de tension régulée de 2,5 V à l'étape 51. Par la suite, l'unité à microprocesseur va commander l'enclenchement des moyens de contrôle de tension d'alimentation à l'étape 52. Il est à noter que la commande d'enclenchement de ces moyens de contrôle peut également être effectuée dès la mise sous tension du circuit électronique. Après cette étape 52, les moyens de contrôle de la tension d'alimentation vont contrôler si le niveau de la tension d'alimentation est au-dessus ou au-dessous d'un seuil de tension déterminé à l'étape 53. Si la tension d'alimentation est au-dessus du seuil de tension déterminé défini par la commande  $V_{MR}$  différente de "0", la tension régulée reste à 2,5 V. Par contre, si la tension d'alimentation est au-dessous du seuil de tension déterminé, la tension régulée est fixée à 1,6 V à l'étape 54 avant de sortir à l'étape 55 des étapes de contrôle de la tension d'alimentation.

**[0050]** A partir de la description qui vient d'être faite, de multiples variantes de réalisation du circuit électronique peuvent être conçues par l'homme du métier sans sortir du cadre de l'invention. Il peut être encore prévu que les moyens de contrôle de tension d'alimentation ou de tension régulée soient tout le temps opérationnels de manière à surveiller si la tension d'alimentation chute en dessous du seuil de tension déterminé afin d'imposer au régulateur de fournir une tension régulée plus basse.

## Revendications

1. Circuit électronique comprenant une unité à microprocesseur (5), un oscillateur (4) relié à l'unité à microprocesseur pour fournir des signaux d'horloge (CLK) afin de cadencer des opérations traitées dans l'unité à microprocesseur, un régulateur de tension (3) pour fournir une tension régulée ( $V_{REG}$ ), et des moyens de contrôle (2) du niveau de la tension d'alimentation du circuit électronique, **caractérisé en ce que** le régulateur de tension (3) est configuré dans un premier mode de fonctionnement, quand le niveau de la tension d'alimentation, qui est contrôlé par les moyens de contrôle (2), est au-dessus d'un seuil de tension déterminé, ou dans un second mode de fonctionnement, quand le niveau de la tension d'alimentation est égal ou au-dessous du seuil de tension, le niveau de la tension régulée ( $V_{REG}$ ) fournie par le régulateur dans le second mode de fonctionnement étant inférieur au niveau de la tension régulée dans le premier mode de fonctionnement.
2. Circuit électronique comprenant une unité à microprocesseur (5), un oscillateur (4) relié à l'unité à microprocesseur pour fournir des signaux d'horloge (CLK) afin de cadencer des opérations traitées dans l'unité à microprocesseur, un régulateur de tension (3) pour fournir une tension régulée ( $V_{REG}$ ), et des moyens de contrôle (2) du niveau de la tension régulée, **caractérisé en ce que** le régulateur de tension (3) est configuré dans un premier mode de fonctionnement, quand le niveau de la tension régulée ( $V_{REG}$ ), qui est contrôlé par les moyens de contrôle (2), est au-dessus d'un seuil de tension déterminé, ou dans un second mode de fonctionnement, quand le niveau de la tension régulée dans le premier mode de fonctionnement est égal ou au-dessous du seuil de tension, le niveau de la tension régulée dans le second mode de fonctionnement étant inférieur au niveau de la tension régulée dans le premier mode de fonctionnement.
3. Circuit selon l'une des revendications 1 et 2, **caractérisé en ce que** les moyens de contrôle (2) fournissent au moins un signal de commande ( $V_M$ ,  $V_{MR}$ ,  $V_{MO}$ ), directement ou par l'intermédiaire de l'unité à microprocesseur (5), pour configurer le régulateur de tension (3) et l'oscillateur (4) de manière que la fréquence des signaux d'horloge (CLK) produits par l'oscillateur soit à une première fréquence dans le premier mode de fonctionnement, ou à une seconde fréquence dans le second mode de fonctionnement, la première fréquence étant plus élevée que la seconde fréquence.
4. Circuit selon l'une des revendications 1 et 2 destiné à être monté sur une carte à puce, **caractérisé en ce que** l'unité à microprocesseur (5) fournit un signal d'enclenchement ou de déclenchement ( $V_c$ ) aux moyens de contrôle (2) de manière à rendre fonctionnels ou non fonctionnels lesdits moyens de contrôle (2) lorsque le circuit électronique est alimenté par une source d'alimentation d'un appareil de lecture d'une carte à puce.
5. Circuit selon l'une des revendications 1 et 2, **caractérisé en ce que** l'oscillateur est un oscillateur du type RC, qui est intégré avec tous les éléments électroniques du circuit électronique dans une même structure semi-conductrice.
6. Circuit selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** l'oscillateur (4) comprend un bloc de résistances ( $R_{osc}$ ) configurable par un mot binaire (TRIM) fourni par l'unité à microprocesseur (5) afin de modifier la valeur de courant de sources de courant de charge et de décharge d'un condensateur ( $C_{osc}$ ) pour adapter la fréquence des signaux d'horloge (CLK) produits par l'oscillateur.

7. Circuit selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** l'unité à microprocesseur (5) est programmée pour fournir successivement à l'oscillateur (4) des mots binaires (TRIM) définis aléatoirement à des intervalles temporels différents pour que la fréquence des signaux d'horloge (CLK) change en fonction de chaque mot binaire (TRIM) reçu. 5
8. Circuit selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les moyens de contrôle (2) comprennent un diviseur résistif (R1, R2) destiné à être connecté aux bornes ( $V_{DD}$ ,  $V_{SS}$ ) d'une source d'alimentation électrique, et un comparateur (10) fournissant au moins un signal de commande ( $V_M$ ,  $V_{MO}$ ,  $V_{MR}$ ) en fonction de la comparaison entre une tension de référence ( $V_{BG}$ ) provenant du régulateur de tension (3) et une tension de sortie du diviseur résistif, le niveau de tension du signal de commande étant dans un premier état haut quand le niveau de la tension d'alimentation est au-dessus du seuil de tension déterminé, et étant dans un second état bas quand le niveau de la tension d'alimentation est égal ou au-dessous du seuil de tension déterminé. 10  
15  
20
9. Circuit selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** les moyens de contrôle (2) comprennent un diviseur résistif (R1, R2) relié entre une borne de fourniture de tension régulée ( $V_{REG}$ ) du régulateur de tension (3) et une borne de masse ( $V_{SS}$ ), et un comparateur (10) fournissant au moins un signal de commande ( $V_M$ ,  $V_{MO}$ ,  $V_{MR}$ ) en fonction de la comparaison entre une tension de référence ( $V_{BG}$ ) provenant du régulateur de tension (3) et une tension de sortie du diviseur résistif, le niveau de tension du signal de commande étant dans un premier état haut quand le niveau de la tension régulée est au-dessus du seuil de tension déterminé, et étant dans un second état bas quand le niveau de la tension régulée est égal ou au-dessous du seuil de tension déterminé. 25  
30  
35  
40
10. Circuit selon l'une des revendications 8 et 9, **caractérisé en ce que** l'oscillateur du type RC (4) comprend des sources de courants de charge et de décharge d'un condensateur (Cosc), **en ce que** la valeur des courants de charge et de décharge dépend du niveau de tension du signal de commande ( $V_{MO}$ ) fourni à l'oscillateur, la valeur des courants de charge et de décharge étant plus élevée quand le signal de commande est à l'état haut, que quand le signal de commande est à l'état bas, pour que la fréquence des signaux d'horloge (CLK) produits par l'oscillateur soit dépendante du niveau de ce signal de commande. 45  
50  
55
11. Circuit selon l'une des revendications 8 et 9, **caractérisé en ce qu'**au moins un interrupteur (11) commandé par un signal d'enclenchement ou de déclenche- ment ( $V_C$ ) fourni par l'unité à microprocesseur (5) est placé au moins dans le diviseur résistif afin de connecter ou déconnecter les moyens de contrôle (2).

Fig. 1a

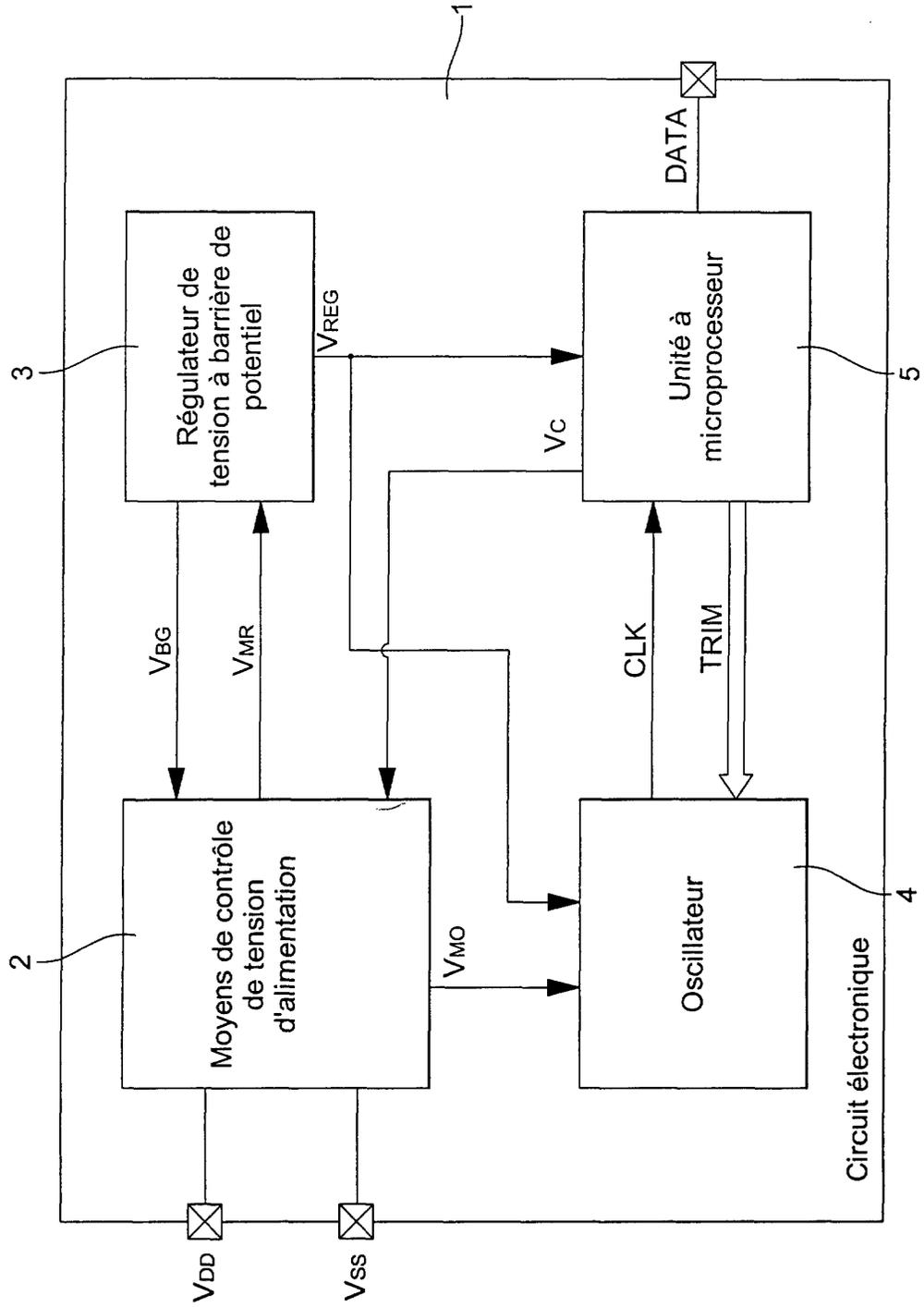
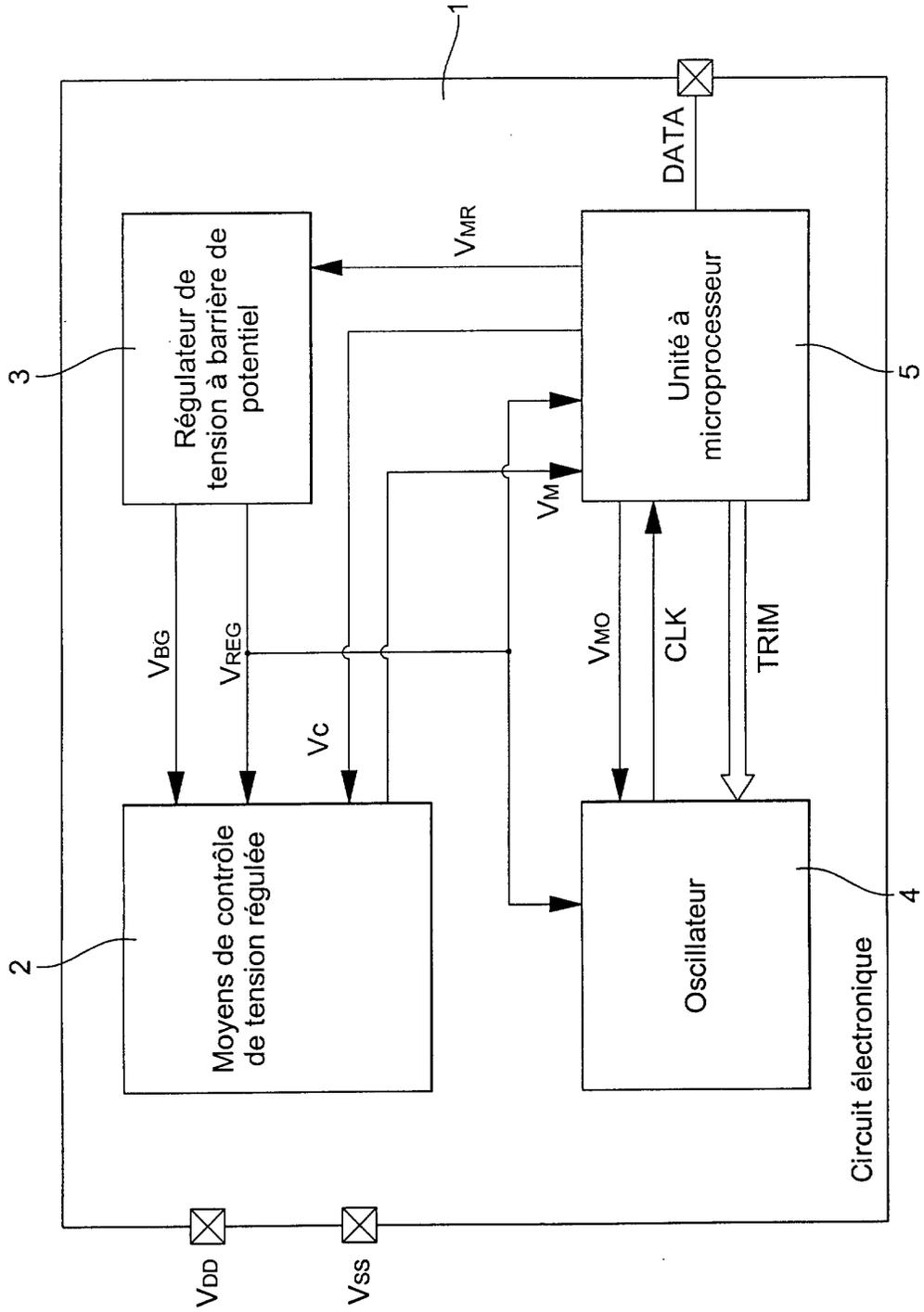


Fig. 1b



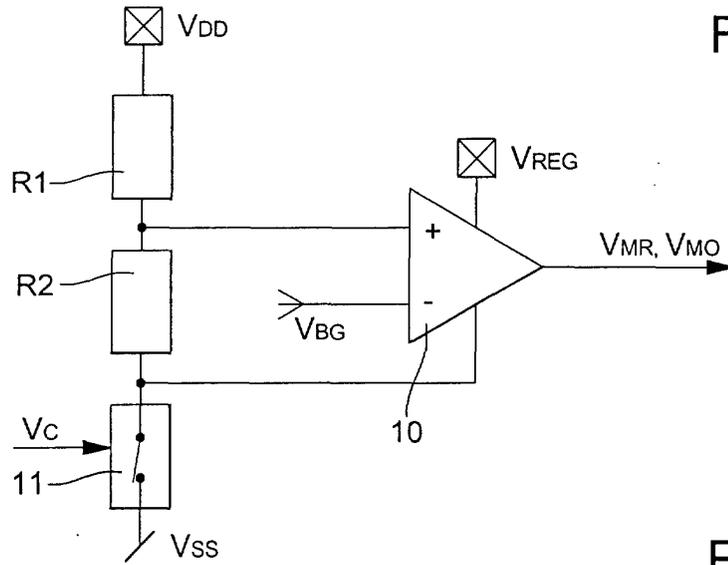


Fig.2

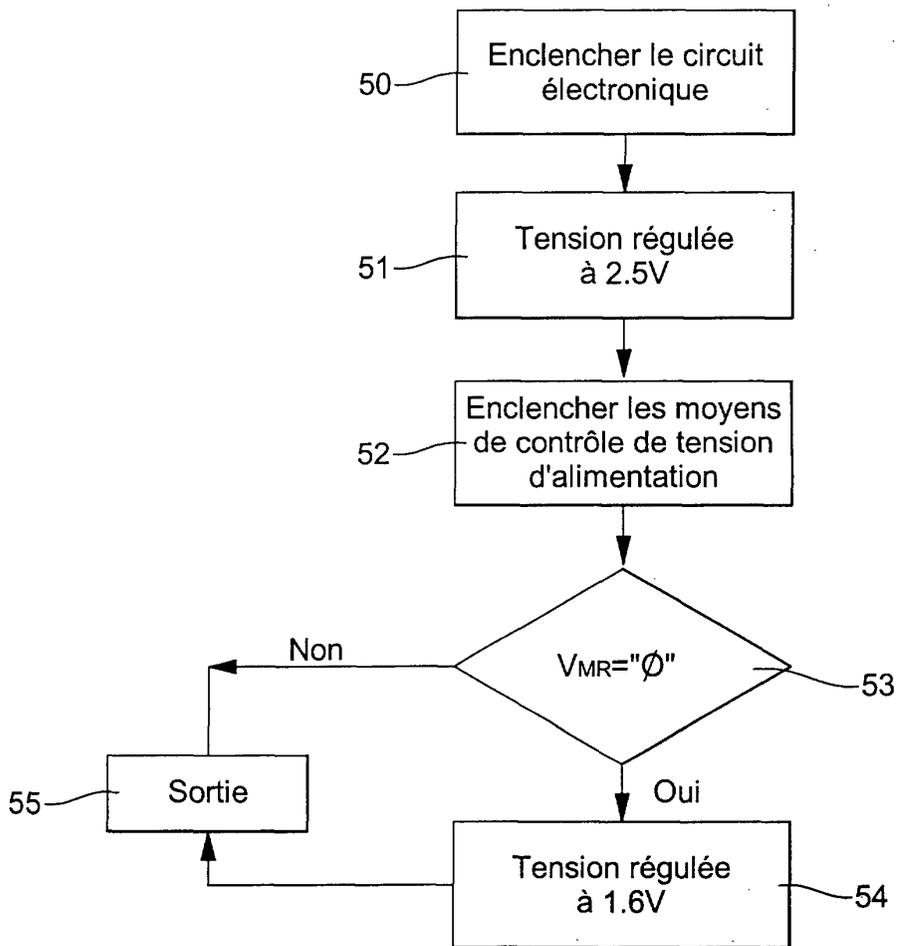
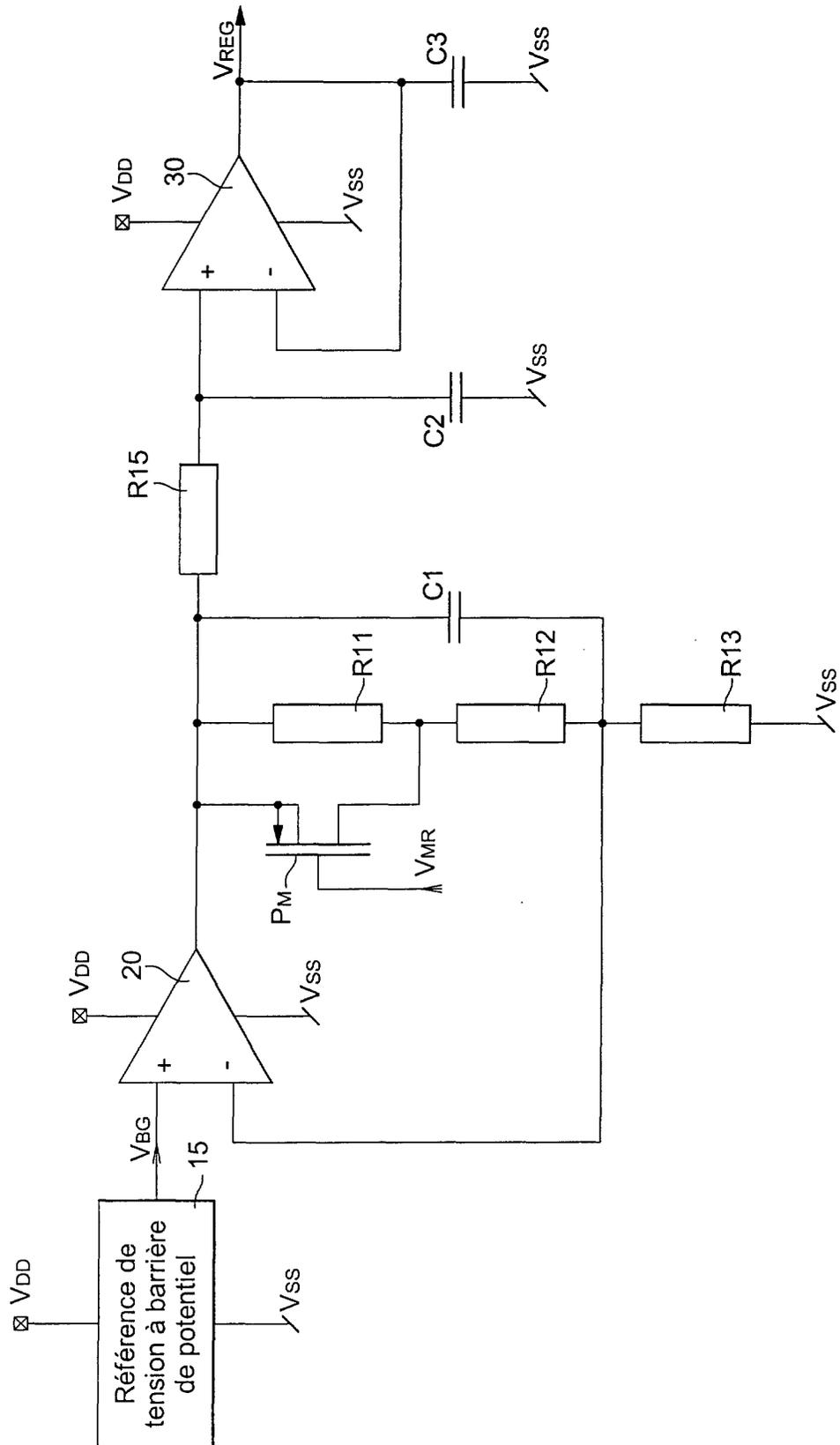


Fig.5

Fig. 3







Office européen  
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 02 07 8301

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.7)
X	EP 0 296 414 A (OKI ELECTRIC IND CO LTD) 28 décembre 1988 (1988-12-28)	1	G06K19/07
A	* colonne 3, ligne 50 - colonne 4, ligne 50; figure 2 *	1	
A	--- US 5 825 014 A (SANEMITSU YOSHIKADO) 20 octobre 1998 (1998-10-20)	1,2	
A	* colonne 4, ligne 26 - colonne 5, ligne 5; figure 1 *	1,2	
A	--- US 5 721 535 A (IKEFUJI YOSHIHIRO) 24 février 1998 (1998-02-24)	1,2	
A	* le document en entier *	1,2	
A	--- EP 0 811 945 A (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO) 10 décembre 1997 (1997-12-10)	1,2	
	* colonne 6, ligne 36 - colonne 7, ligne 20 *		
	-----		
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7)
			G06K
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examineur	
LA HAYE	10 janvier 2003	Chiarizia, S	
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ..... & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503.03.82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 02 07 8301

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

10-01-2003

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 0296414 A	28-12-1988	DE 3883628 D1	07-10-1993
		DE 3883628 T2	05-01-1994
		EP 0296414 A2	28-12-1988
		US 4843224 A	27-06-1989
-----			
US 5825014 A	20-10-1998	JP 9319835 A	12-12-1997
-----			
US 5721535 A	24-02-1998	JP 3068745 B2	24-07-2000
		JP 7321696 A	08-12-1995
-----			
EP 0811945 A	10-12-1997	JP 9330387 A	22-12-1997
		EP 0811945 A2	10-12-1997
		US 6035357 A	07-03-2000
-----			

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82